

*Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Азадський університет  
Каракалтакський державний університет  
Київський національний університет технологій та дизайну  
Луцький національний технічний університет  
Національна металургійна академія України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Одеський національний політехнічний університет  
Сумський національний аграрний університет  
Східно-Казахстанський державний технічний  
університет ім. Д. Серікбаєва  
ТОВ «НВО «ПРОМІТ»  
Українська асоціація якості  
Українська інженерно-педагогічна академія  
Університет Барода  
Університет ім. Й. Гуттенберга  
Університет «Politechnika Świętokrzyska»  
Харківський національний університет  
міського господарства ім. О. М. Бекетова  
Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО**

Матеріали I Міжнародної науково-практичної  
конференції

(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)

Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми  
Сумський державний університет  
2016

## **КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ АГРОВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

*Столярчук П. Г., д.т.н., Ванько В. М., д.т.н., Бубела Т. З., д.т.н.,  
Куць В. Р., к.т.н., Здеб В. Б., к.т.н.,  
Вдовиченко І. Д., НУ «Львівська політехніка», м. Львів*

Сьогодні в Україні одним з перспективних напрямків розвитку сучасних техніки та технології вважається сільське господарство, продукція якого займає одне з перших місць з експорту за кордон. Головним завданням наших аграрних господарств є потреба забезпечення високої культури землеробства, завдяки чому гарантуватимуться велика врожайність та відповідна якість сільськогосподарської продукції. Як відомо, для цього необхідно здійснювати постійну оцінку родючості ґрунтів та контролювати всі технологічні процеси: висівання, вирощування, збирання та зберігання зерна. Застосування сучасних інформаційних та технічних засобів дозволяє сформувати нові підходи для організації та контролю технологій вирощування сільськогосподарської продукції, наприклад – шляхом побудови кібер-фізичної системи (КФС)[1,2], за допомогою якої управління даними процесами реалізується на шести рівнях: фізичний світ, засоби взаємодії з ним, засоби збирання та доставлення інформації, засоби опрацювання інформації, засоби прийняття рішень та засоби персонального сервісу. Визначено основні етапи технології вирощування зернових культур у вигляді визначення місця зернових у сівозміні, обробітку ґрунту, внесення добрив, підготовки посівного матеріалу, висівання, догляду за посівами, збирання врожаю та контролю показників якості зібраного врожаю. Проведено класифікацію показників, що характеризують перебіг та ефективність цих процесів агровиробництва. Запропоновано здійснювати моніторинг стану ґрунту шляхом адмітансного картографування, що дозволяє встановлювати рівні територіального розподілу мінеральних солей на посівних площах. Наведено результати експериментів з наважками піщаного, суглинкового та чорноземного ґрунтів. Зроблено висновок про те, що за реактивною складовою провідності можна оцінювати тип електролітів, що визначаються у ґрунті. На основі цього та з врахуванням низки довідково-нормативної та вимірювальної інформації, отриманої на інших рівнях КФС, розраховується рекомендована норма внесення добрив у ґрунт для забезпечення запланованої врожайності.

За чинними нормативами та, виходячи з температурного режиму, вологості і щільності ґрунту, розрахована масова норма висіву зерна.

На кожному рівні систематизується своя група показників, котра характеризує вимоги до відповідних технологічних процесів. Догляд за посівами полягає у моніторингу вологості ґрунту з метою прийняття рішення про поливання; контролі стану рослин (відеоспостереження, експертні вимірювання, або використання сенсорів для визначення рівня флуоресценції хлорофілу у рослинах) та знезараженні їх від хвороб та шкідників шляхом оброблення відповідними пестицидами.

Збирання врожаю вимагатиме від КФС рішення щодо встановлення термінів збирання врожаю, які залежать від вологості зернин та висоти зрізання посівів (залежить від висоти стеблостою). Відповідно до методик визначення основних параметрів зібраного зерна встановлюється його приналежність до відповідної групи – кормової чи харчової. При цьому у базі КФС міститься нормативна інформація стосовно гранично-допустимих значень показників якості зерна та ґрунту, що використовуються під час опрацювання масивів даних, отриманих на нижніх рівнях КФС.

Архітектура КФС будується на основі бездротових сенсорних мереж, основною перевагою яких є здатність контролювати в реальному часі стан рослин чи параметрів навколишнього середовища на великих територіях. На основі аналізу архітектури вузлів бездротових сенсорних мереж зроблено висновок про те, що для моніторингу та управління агровиробництвом зернових культур доцільним буде використання у КФС структур цих мереж з зірковою та кластерною архітектурою. Це також підтверджується вимогами міжнародних стандартів, які стосуються вимог до їх побудови, обслуговування та підтримки.

Виокремлено наступні групи показників якості, які варто контролювати під час вирощування врожаю зернових:

- повітряне середовище (температура і вологість);
- кліматичні зміни у ґрунті (температура і вологість у різних точках посівного поля, освітленість території);
- фізико-хімічний стан ґрунту (водневий показник рН, параметри гумусу, вміст екологічно небезпечних речовин);
- біологічні показники (наявність небезпечних мікроорганізмів та шкідників).

Запропоновано використовувати матричний метод для оцінювання якості технологічних процесів та кінцевого продукту протягом всіх життєвих стадій агровиробництва. Описано принцип і суть кожної з матриць якості, що характеризують рівень якості на кожній контрольній точці виробничого ланцюга –  $[(M_{Я})_{o-1}, (M_{Я})_{o-2}, \dots, (M_{Я})_{o-n}] \cup (M_{Я})_o$ .

Розроблено формалізовану квадратичну регресійну модель оцінювання якості зерна пшениці за інтегральним показником якості сорту  $W$ , який, в свою чергу, оцінено згідно з національним стандартом ДСТУ 3768:2010.

### Список літератури

1. Мельник А. О. Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку / А. О. Мельник // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні системи та мережі. - 2014. - № 806. - С. 154-161.
2. Столярчук П. Г. Засади створення кіберфізичної системи управління органічним виробництвом / П. Г. Столярчук, В. М. Ванько, Т. З. Бубела // Збірник праць V Міжнар. наук.-практ. конф. «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства». Київ. – 2015. С. 39-40.